

数学教育における異校種間の連携・接続の視点

—生徒の発想を引き出す学習内容の関連付けを支援する架橋教員とその働き—

佐藤 学*・椎名 美穂子**

— 研 究 の 要 約 —

本研究では、異校種間の連携・接続の課題を整理し、算数・数学を連続的に学習する生徒の立場に立った授業デザインの提案を目的とする。

小中連携における視点としては、「小中の教育課程の系統性の確保」があるが、多忙化する教員の状況を踏まえると、小中連携の架橋教員の存在が不可欠である。

架橋教員の取組（実践）を進めている秋田県教育専門監の授業実践を参観した結果、系統性の確保にあたっては、指導内容の理解に加え、児童・生徒の学びの様相をリソース・リユースすることが有効であるとの考えに至った。

key-words : 小中連携 系統性の確保 架橋教員

1 はじめに

小1プロブレム、中1ギャップ、高1クライシスといったネーミングによって浮き彫りとなる問題に対応するため、幼小連携、小中連携、中高接続、高大接続といった接続教育の取組が始まっている。「算数・数学離れ」「学力の二極化」を抱える数学教育にとって、対岸の火事にできない問題である。

本研究では、異校種間の連携・接続の課題を整理し、算数・数学を連続的に学習する生徒の立場に立った授業デザインの提案を目的とする。特に、本稿では、異校種間の連携・接続のうち、小中連携の課題について整理し、算数・数学を連続的に学習する生徒の立場に立った授業を提案するにあたって、主要な視点について検討することを目的とする。

2 算数・数学における小中連携の視点と学校現場が抱える現実的問題

小学校と中学校の段階における問題は「中

1ギャップ」がある。問題の背景は多様だが、授業の形式や内容、学習の方法も主要因の1つ（例えば、不登校の理由として「学業の不振」は約10%の割合である（文部科学省、2008a・2009・2010b）。

学業不振は、中学校数学が始まって起こった場合でも、その予兆は小学校算数にある場合が多い。算数・数学は系統性が強い教科特性を有するため、「個人の能力の差異」や「教科との相性」は、学習経験を積算するに比例して、ネガティブな算数観・数学観を形成している。具体的には、算数・数学に対する「大好き・好き」の児童生徒の割合は、学年が上がるに反し、好感をもつ割合が減少しているという実態（秋田県教育委員会、2013）に見てとれる。こうした実態は全国的にも同様にみられ、原因として、小学校高学年から中学校にかけての難解さから、不安が増すからとの指摘がある。（藤井、1994）

このような実態への改善策として、小中連携の取組が各地でなされている。小中連携の取組は様々にあるのだが、算数・数学の指導では、一部教科担任制の導入がある。また、

*秋田大学教育文化学部

**秋田県教育庁義務教育課

中学校教員が小学校で、小学校教員が中学校で指導を行う「乗り入れ指導」がある。

いずれの場合にあっても指導上留意するべきことは、次に示す視点であろう。

小学校と中学校の教育課程の系統性を確保していくことが重要であり、そのためには、小・中学校教員が互いの学校の教育課程を理解することが求められる。具体的には、小学校教員は自らが指導する内容が中学校における学習にどのようなつながっていくのかを理解しながら指導し、中学校教員は小学校における学習の程度を把握した上で各分野の指導をすることが必要である。(中央教育審議会, 2012)

学業不振に陥る生徒の多くは、小学校算数において既にその予兆を持ち合わせている。また、予兆は見えないまでも、手続き的知識に偏ってきた場合、抽象性が増す中学校数学の学習ではその理解を困難にする傾向はさらに強まると予想できる。さらに、これらの知識の獲得が十分か否かという問題もある。

つまづきの現れは、当該の学習において顕在化されるのだが、上記のとおり、その要因は過去に遡る場合が多い。教科担任制の導入や乗り入れ指導といった指導方法を行うにあたっては、「小中の教育課程の系統性の確保(中央教育審議会, 2012)」が重要不可欠となり、この視点をどのように取り込むかがつまづきを解消する対処策となり得る。

つまづきとは、認知システムを構成するシエマが対象を同化することと、対象への調節をすることが、機能しないことである。「系統性の確保」という視点からみると、既存の概念シエマに新しい対象を取り込む過程において、次に示す困難な状況があると考えられる。

- ① 問題場面や活動場面に臨んだ際に、同化するために必要な既存の概念シエマが不完全な状態にあるため、対象を同化することができない。
- ② 既存の概念シエマに、外的な諸要素を取り込もうとしても、既存の概念シエマの修正ができない。
- ③ 外的な諸要素に対する抵抗があり、既存の概念シエマに取り込むための修正ができない。
- ④ ②③の理由から、既存の概念シエマの修正ができないため、一方的な均衡を図って取り込んでしまう。

これらの状況への対応には、生徒の理解する状況を可能な限り詳細に読み取り、困難状況を回避できるような支援を図ることの他ならない。

杜(1991)は、文字式の学習における認知システムにおける不均衡の事例を示している。例えば、文字を数の構造へと同化するのに、文字式に抵抗がある場合を挙げている。このように先行研究からいくつかの事例を知ることではでき、それについては支援の対策を検討することができる。

しかしながら、生徒の学習は過去の学習を積算した結果によることから、いくつかの事例で解決されるような問題でもなく、均衡の取り方は学習者による独自ルールによるものであるため、生徒のつまづきを読み取ることや、その理解に立った支援を講じることは、言葉にするほど容易くない。

また、現実には、教員は多忙化を極める状況(文部科学省, 2010b)にあり、小中連携は課題の大きさに見合うほどに進んでいるとは言いがたい。特に、乗り入れ授業の実施は36%に留まることや、小中連携の取組を阻む要因として「小中の教職員間での打ち合わせ時

間の確保が困難」が 78 %もあるという実態（文部科学省，2011）は、シビアに受け止めなければならない。

したがって、「系統性の確保」を踏まえた指導・支援は、その重要性を認めることができるものの、個の教師の努力に期待するだけでは困難である。

3 小中連携の架橋教員の存在とその働き

(1) 秋田県教育委員会における教育専門監制度

2で述べた問題に対する対策として、本研究では、小中連携を中心的に担う架橋教員の設置を提案する。

架橋教員について本研究は、小学校算数の授業と中学校数学の授業に深く関わり、そこから児童生徒の実態と課題を抽出し、小学校学級担任または中学校数学担当教員とともに改善を図っていく役割を担うものを想定している。

秋田県教育委員会では、平成 17 年度より教育専門監制度を実施している。教育専門監とは、教科指導や部活動指導、特別支援教育に係る指導等の分野で、高い専門知識と実践的指導力により、優れた教育活動をしているとして、秋田県教育委員会が認定する教員である（秋田県教育委員会，2005）。市町村教育委員会にその運用は任されているが、算数・数学の指導に関わっては、同中学校校区の小学校第 6 学年の算数の授業と中学校第 1 学年数学の授業に T T 指導を行う場合が多い。

(2) 教育専門監 B 教諭の中学校数学授業

本研究が考える架橋教員に相当し、その先進的な取組から、どのような働きが期待でき、どのような働きが必要か、参考になるものと考ええる。

そこで、秋田県 K 市の T 小学校第 6 学年算数の授業と T 小学校第 1 学年数学の授業に T T 指導を行っている教育専門監 B 教諭（以下、

B 教諭）の数学授業を観察し、架橋教員の働きについて検討することにした。（T 小学校と T 中学校は隣接しており、T 小学校を卒業した児童はほぼ全員が T 中学校に進学する。）

観察した数学授業は、平成 26 年 3 月に実施された「球の表面積」の 2 時間である。

① 授業の概要

球の表面積は、高校の数学から移行してきた内容であることもあり、公式化することは中学生にはかなり難しい。B 教諭の進める授業は、教科書では 1 時間と配当しているところを 2 時間で設定し、計量についての数学的活動を十分行えるよう配慮されたものであった。

生徒は球の表面積を様々な方法で計量しようと試みていた。生徒が行った計量についての数学的活動は、次のとおりである。

アー 1. 球をつくり、つぶす。

解決には至らなかったが、粘土で球を作って上から潰し、平面にして考えるという発想する生徒は少なくなかった。つぶすと裂断してしまったり、どこまでも薄く伸びてしまったりして、面積が確定できないことを実感、納得することができていた。

アー 2. 球を包む。

アー 1 を行った生徒は、次に、球を紙やアルミホイルで包む発想をした。しかし、どうしても重なりが生まれるために解決はできなかった。

アー 3. 球を切って平面を見る。

B 教諭の支援「身近にある球を参考にするとよいのではないか」から、教室にあった地球儀を覆う紙の形を長方形に見立て、その面積を求めていた。一方、グレープフルーツの果皮を 4 等分した生徒

は、その形をひし形と見て面積を求めていた。」に似ていることを見つけた。この生徒は、ひし形よりも正確な形を求めようとしていた。

イ. 球を包んで平面に広げる。

モールを使って曲面に柔軟に対応しながら調べた生徒が見られた。これは教科書にも紹介されている「半球の面に巻き付けた紐を、円に作り直すこと」と類似する。

ウ. 他の立体に見立てて考える。

円に近い立体として正二十面体の模型を選び、三角形の面を組み合わせた平行四辺形にまとめて計算の簡便化もしながら求めようとしていた。

エ. 投影図・展開図から円をとらえる。

既習の投影図から発想して球を立方体に入れ、投影図の発想から、正面・平面・側面のいずれから見ても円であることから、球の表面積は、円の面積の6つ分であると考えた生徒がいた。

多くが解決の見通しが甘かったり、生徒には数理的処理が高度であったり困難な面も見られたが、生徒の素直な発想が多様に見られた。生徒らは、必要に応じてグループ間で交流し、求積の結果は大凡つかむに至った。さらに、公式化することを新たな目標にもち、取り組んできた数学的活動を検討していった。図形の計量について、煩雑な求積に留めず、公式化しようとする姿は、望ましい数学的な態度と見ることができる。

② B教諭の授業構想

授業を終えたB教諭に、本授業の構想についてインタビューを行った。

授業構想1：困難生徒の姿をとらえること

B教諭は、本実践においては、困難生徒に「小学校での学びを活かし、数学を考え

る楽しさを平等に体験すること」を目指すことを主眼においていた。

普段の授業から、次のような困難生徒を意識して臨んでいた。

D1：既習事項の積み残しが多く、学習活動への参加が困難である。

新しい学習内容の獲得することが難しく、むしろ前学年に戻って学習をする必要がある生徒。例えば、小学校第6学年の4月に、第3学年で学習した $(2\text{桁}) \times (2\text{桁})$ の計算の仕方を理解できないでいる。中学校に入るとさらに、「分からない」「楽しくない」と、困っている姿が多くみられるようになった。

D2：つまづくことを避け、つまずくと学習意欲が減退して自信がもてなくなる。

きちんと理解したいという気持ちが強いいため、一度つまずくと意欲が減退してしまう。間違えることに対して、心配な気持ちが強く、表情や態度に表れやすくなった。

D3：公式や解法の暗記を優先し、意味や仕組みを考えようとしない。

公式や解法をまず暗記して、それを使えるようにすることに重きをおきがちな生徒。中学校に入ってから、特に、公式や用語を覚えることが、テストの得点を上げるポイントだという意識が強くなった。

授業構想2：算数と数学の学習内容の関連を踏まえた具体物の用意と支援

B教諭は、本実践の中学生を2年前に小学校で指導しており、生徒は、小学校第6学年時に、活動を中心にして学習した「円

の面積の求め方」と学習内容の関連をとらえることができれば、主体的に学習を進めていくことができると考えていた。その根拠として、次に示す内容の関連があることを挙げてくれた。

関連 1. [小] 円を扇形に等分割し、既習の平行四辺形にして求積する。

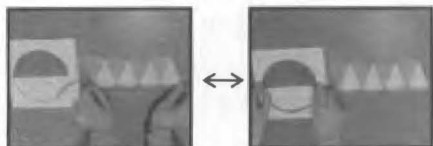
→ [中] 球（具体物）を等分割し、既習の平面図形にして求積する。

関連 2. [小] 円に内接する正方形と外接する正方形の関係から面積を見積もったり、実際にマス目を数えて求積したことと比較したりする。→ [中] 球を立体に入れ、投影図・展開図をもとに具体的に求積する。

関連 3. [小] 円を扇形に 8 等分したものを並び替えてできた平行四辺形が、元の円のどの部分と同じか考える。→ [中] 具体物（球体）の表面を分断して、長さの対応を考える。

そして、その関連性については、具体的な活動の様子を記憶化したレベルの知識（参考 1 を参照）であった。

紐を使って間接比較をして、構成要素の対応を考える



児童：平行四辺形の底辺の長さは、円のどの部分になるのか。→平行四辺形の底辺の長さは、円周の半分の長さだ。

児童：円周のもう半分はどこにあるか

な。→もう半分は、円や平行四辺形の上の部分で、上下で一つの円周だ。

参考 1：B 教諭の記憶化していた内容の関連についての知識（関連 3 の場合）

授業構想 3：学び合いを重視したゆとりと柔軟性のある学習過程の工夫

B 教諭は、解決は紆余曲折となり負の体験が予想しており、従来の学習過程に比べて、「学び合い」の段階にかかる時間を 70 ～ 80 分と設定していた。自力解決の段階や学び合いの段階で時間のゆとりをもつことは、教師が進め方のタイミングを生徒に合わせることが柔軟にでき、困難生徒には「分かること」「できること」や、その逆の「分からないこと」「できないこと」を見つけれられるまで、とことん取り組ませられると考えていた。また、「自力解決」は個に限定せず、思考の刺激を促すためにグループによるものも含めることにしていた。複数の解決を試みることや、「解決方法やその結果は本当に正しいのか」「より良い解決方法はないか」と納得するまでやり直すことを認めることにしていた。

授業構想 4：数学を考えることについて振り返る「解決マップ」と「単元レポート」

B 教諭は、「ふり返り・まとめ」の段階において、「自分がどんな思考をしたのか」「どのように思考をしたらゴールに辿り着くことができたのか」といった思考の俯瞰ができるように、解決マップに記録するように声をかけていた。

また、B 教諭は、授業の終わりには単元レポートを個々に作成させることを計画していた。学習過程を丁寧なふり返り、自分はどのような数学をしたのかをまとめ、客観的なもう一つの脳をもつことを目的とし

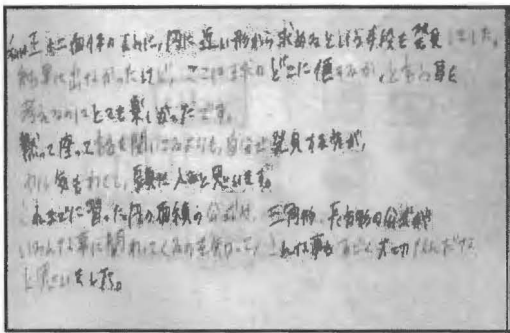
ており、解決マップとあわせて、自らの学びに愛着をもつふり返りができると考えている。

③ B教諭の授業実践から考える架橋教員の働きに求めること

B教諭の実践には、架橋教員の働きを考えるに十分な示唆を与えてくれるものであった。その確証は、生徒の学びの姿から明確にとらえることができる。

B教諭が焦点化していた生徒は、この2時間の実践において大きな変容を見せていた。それは、この学習において期待したい姿であったことから、十分評価できるものである。

例えば、D2タイプの生徒は、つまずくことを避け、つまずくと学習意欲が減退して自信がもてなくなることが多かったという。D2タイプの生徒は、解決マップや単元レポートから、自らの数学を考える体験を基盤に、見通しや解決過程を改善できる体験をしていた。



資料1：D2タイプの生徒の解決マップ

資料1はD2タイプの生徒の解決マップであり、資料2がD2タイプの生徒（同人物）のふり返りである。

D2タイプの生徒は、球に近い立体として正十二面体を使って解決を試み、結果として解決に至ることができていなかった。しかし、多様な解決を試みたことや、紆余曲折をつま

ずきと捉えずに、むしろ解決の修正や間違いを見直している姿がみられた。解決マップには朱線が引かれてある。「この道を通っていたら早く確実に解決できたんだ」と、冷静に自分に示していた。そして、「先人の数学者の考えの大きさが分かりました」とふり返っていた。この姿は、数学の価値を共有することや安定した感情を育むことにもアプローチすることができたと捉えられる。



資料2：D2タイプの生徒のふり返りの一部

B教諭は、生徒にとって解決の見通しが立ちやすくなる手立てとして、小学校算数の学習内容と中学校数学の内容の関連を意識して授業を構想していた。それは、内容の系統性を確保するというレベルではなく、具体的な児童・生徒の学習の様相もメモリーされた系統性の確保である。質的に高いレベルものである。

教育専門監制度を導入する秋田県の優秀な教員だからこそ、この質の高さを確保することができるのではないかという疑問を抱く。しかし、この疑問については、教員は、単に小学校算数の授業、中学校数学の授業を行っているだけでなく、その最中において、自らの教授行為や児童・生徒の理解の実態をモニターし、即興的に調整を図りよりベターな教授行為を行うという反省的実践家であるという点から十分に説明できよう。B教諭の語った児童・生徒の学習の様相もメモリーされた系統性がそれである。そして、架橋教員には、

児童・生徒の学習の様相もメモリーされた系統性をリソースするだけでなく、リユースする授業を展開することが、生徒の認知システムの同化と調整を支援する上で有効だと考えられる。

4 今後の課題

本稿では、架橋教員の授業について、授業者の構想と実際から考察して、架橋教員の存在の必要性和その働きについて確認した。

今後は、認知システムの困難な状況において想定した4点について、架橋教員がどのような支援を行っているのか、さらに分析を進め、その知見から算数・数学を連続的に学習する生徒の立場に立った授業デザインを提案する。



本稿は、2名による共同研究である。佐藤が第1章・第2章と総括を、椎名が第3章・第4章を担当した。

<引用・参考文献>

- [1] 文部科学省 (2008a), 「平成 20 年度児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」。
- [2] 文部科学省 (2009), 「平成 21 年度児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」。
- [3] 文部科学省 (2010a), 「平成 22 年度児童生徒の問題行動等生徒指導上の諸問題に関する調査」。
- [4] 秋田県教育委員会 (2013), 「平成 24 年度学習状況調査 調査結果報告書」, p.26。
- [5] 藤井義久 (1994), 教育心理学研究第 42 巻第 4 号, 「数学不安尺度(MARS)に関する研究」, pp.448 - 454。
- [6] 文部科学省 (2008), 「中学校学習指導要領第 2 章第 3 節数学」。
- [7] 中央教育審議会 (2012), 初等中等教

育分科会 (第 80 回) 配付資料「小中連携, 一貫教育に関する主な意見等の整理」。

- [8] 杜威 (1991), 「学校数学における文字式の学習に関する研究―数の世界から文字の世界へ―」, 東洋館出版社, pp.120 - 152。

- [9] 文部科学省 (2011), 「小学校と中学校との連携についての実態調査」。

* 下記URLを参照。

http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/09/10/1325226_2.pdf (2014 年 9 月 30 日現在)

- [10] 秋田県教育委員会 (2005), 「教育あきた」 No.668。

* 下記URLを参照。

<http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1139554919852/files/668.pdf> (2014 年 9 月 30 日現在)

(平成 26 年 9 月 30 日受理)